

Svalová tkáň

Dana Čížková

Univerzita Karlova
Lékařská fakulta v Hradci Králové
Ústav histologie a embryologie

SVALOVÁ TKÁŇ

- ✓ Má schopnost kontrakce, jejímž důsledkem je svalový pohyb.
- ✓ Morfologické jednotky (buňky, vlákna) jsou protaženy do délky.
- ✓ V sarkoplasmě (cytoplasmě) obsahují myofilamenta ("*aktin*" = *tenké myofilamentum*, *myosin* = *silné myofilamentum*),
 - v kosterních svalovinách myofilamenta tvoří myofibrily
 - schopnost přeměňovat energii chemickou v kinetickou ⇒ svalový pohyb/ kontrakce.

KONTRAKTILNÍ VLASTNOSTI MAJÍ:

- svaloviny
 - příčně pruhovaná (žíhaná)
 - kosterní
 - srdeční (myokard)
 - hladká
- ostatní elementy
 - myoepitelové buňky
 - myofibroblasty
 - pericyty

Vyvíjí se z mezodermu (*kosterní - myotomy somitů; myokard - kardiogenní zóna; hladká - laterální splachnický mezoderm*)

SPECIFICKÉ POJMY:

Sarkoplasma = cytoplasma

Sarkoplasmatické retikulum = specializovaná forma hladkého endoplasmatického retikula

(Sarkolema = plasmatická membrána + BL + jemná síť retikulárních a kolagenních fibril
- podle jiných zdrojů jen BL svalového elementu)

KOSTERNÍ SVALOVINA

Morfologická jednotka: **svalové vlákno**

(průměr cca 100 μm , délka 10 – 40 mm !)

- obsahuje až několik set oploštělých jader (=syncytium/soubuní) uložených těsně pod sarkolemou

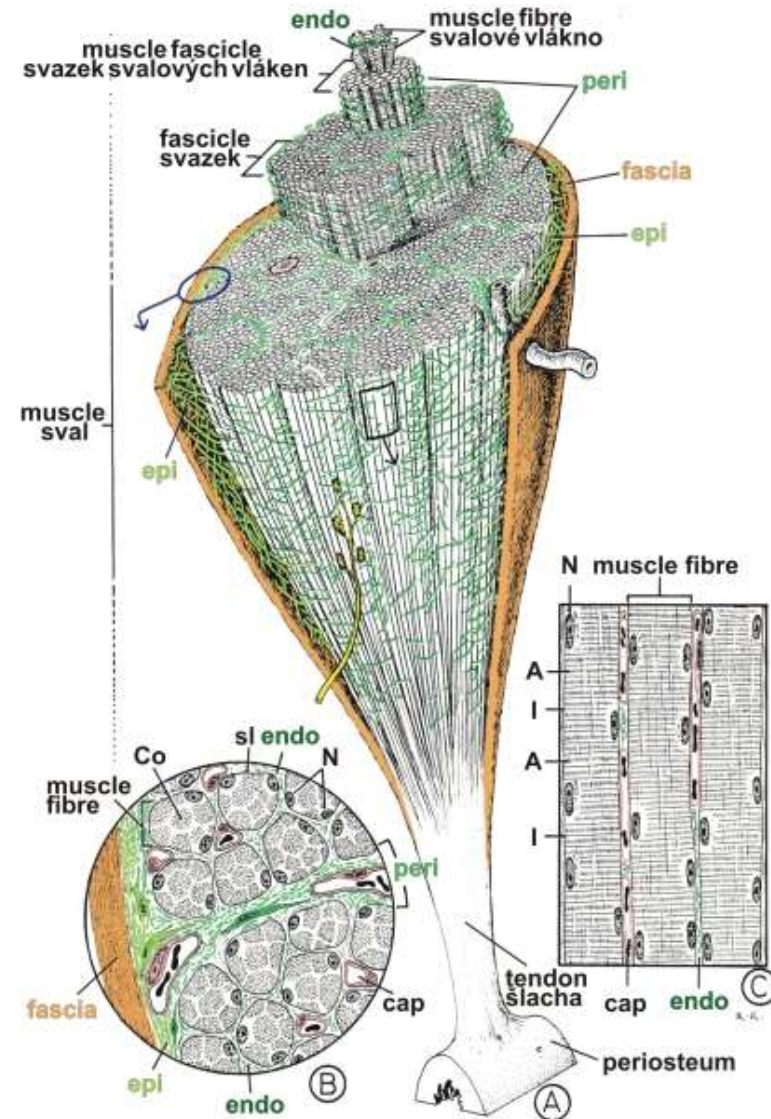
Členění a obaly kosterního svalu

- každé svalové vlákno je obaleno tenkou vrstvičkou řídkého kolagenního vaziva bohatého na krevní a lymfatické kapiláry a nervy = ENDOMYSIUM
- svalová vlákna vytvářejí primární svazky, obalené řídkým kolagenním vazivem = PERIMYSIUM
- několik primárních svazků se (ve větších svaích) spojuje ve svazek sekundární, obalený rovněž perimysiem
- primární (nebo sekundární) svazky tvoří dohromady sval, krytý na povrchu vrstvou kolagenního vaziva s většími cévami a nervy = EPIMYSIUM (8).
- zevně je navíc sval ohraničen silnou vrstvou hustého kolagenního vaziva = FASCIE (7), která je ke svalovině připojena vazivem epimysia

Funkce pojivové tkáně ve svalu

- přívod živin (cévy), inervace
- mechanický přenos sil, které vznikají při kontrakci svalového vlákna, protože žádné z nich nedosahuje od jednoho konce svalu až na druhý

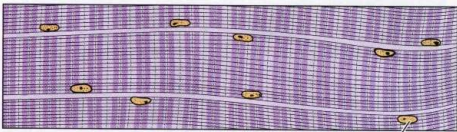
Kontrakce: rychlá, silná, přetržitá, ovládaná vůlí (somatická inervace)



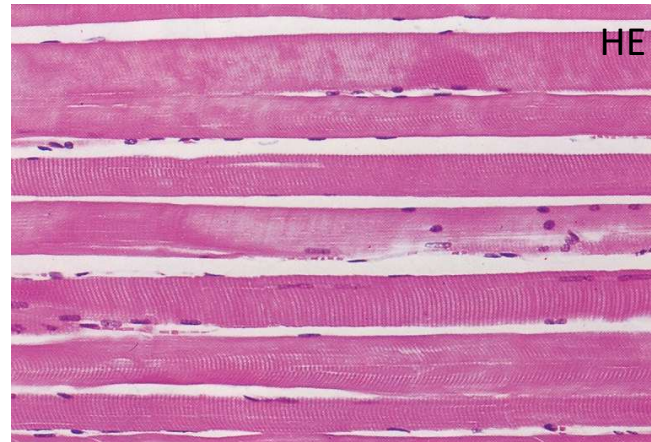
KOSTERNÍ SVALOVINA ve světelném mikroskopu

Podélný řez

- ♦ široká ($100\mu\text{m}$), extrémně protažená svalová vlákna, uspořádaná rovnoběžně
- ♦ velký počet tmavších oploštěných jader, uložených těsně pod sarkolemou
- ♦ podélně orientované příčně žíhané myofibrily vyplňují celou sarkoplasmu

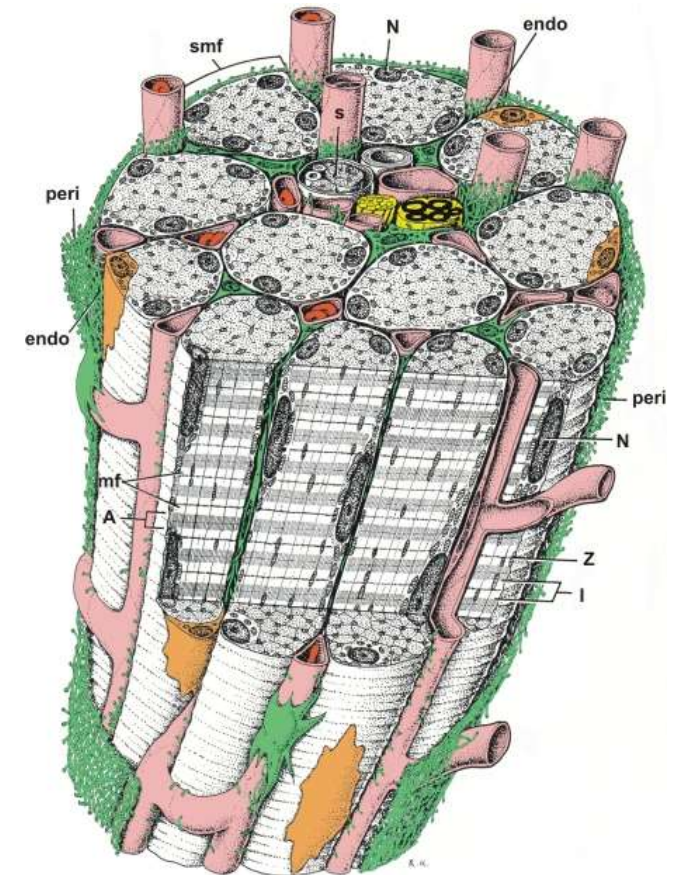
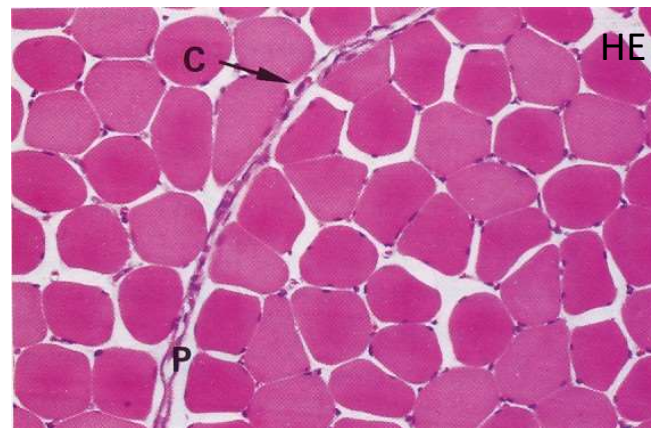
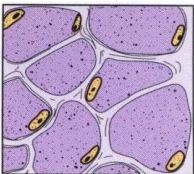


svalová vlákna: výrazně největší, cylindrické útvary, uniformní velikost, jádra pouze na periferii vláken



Příčný řez

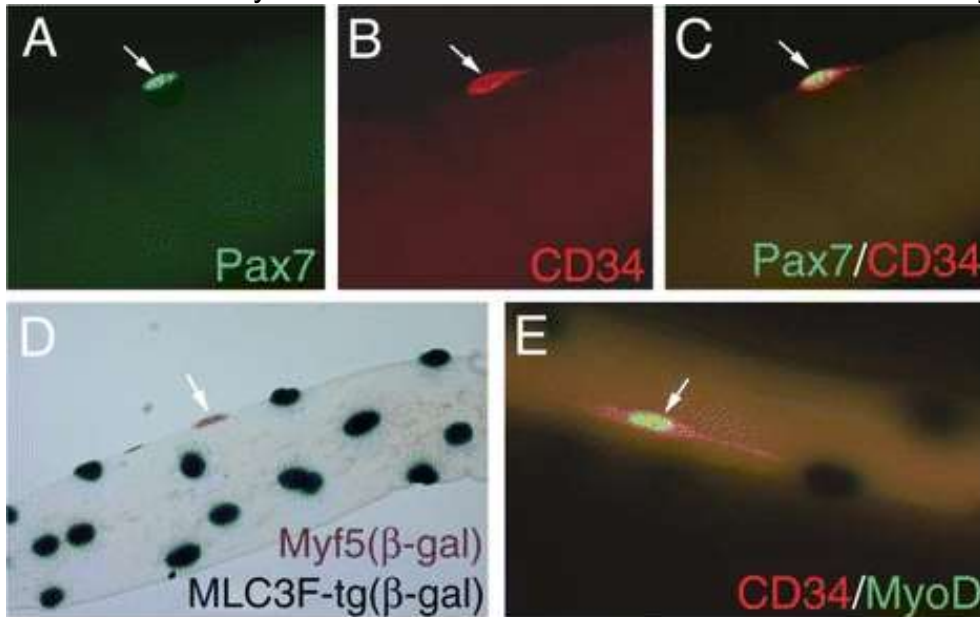
- ♦ široká kruhová vlákna stejného průměru
- ♦ roztroušená oploštěná jádra po obvodu vláken (těsně pod sarkolemou)



KOSTERNÍ SVALOVINA: Satelitové buňky a regenerace

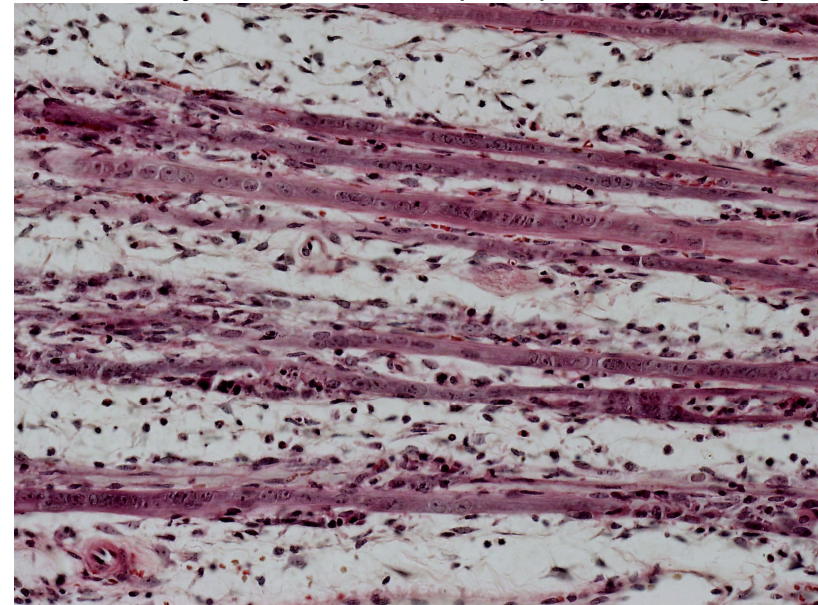
- malé oploštělé buňky s 1 jádrem
- leží na povrchu svalového vlákna, mezi jeho cytoplazmatickou membránou a bazální laminou
- jsou rozlišitelné ve světelném mikroskopu pouze při použití speciálních detekčních metod nebo v elektronovém mikroskopu
- adultní (dospělé) kmenové buňky kosterní svaloviny
- klíčové buňky pro regeneraci kosterní svaloviny
- po poranění se dosud klidové satelitové buňky aktivují, prolifерují (opakovaně se dělí) a fúzí za vzniku nových svalových vláken
- úplná regenerace je možná, pokud nebyla poškozena bazální lamina

Detekce satelitových buněk na izolovaném vlákně kosterní svaloviny myši



Zammit et al., 2006

Nově vznikající svalová vlákna při experimentální regeneraci u myši

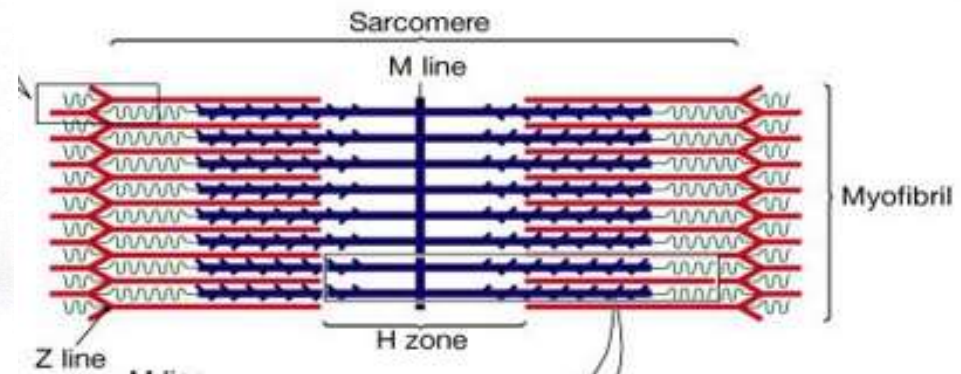
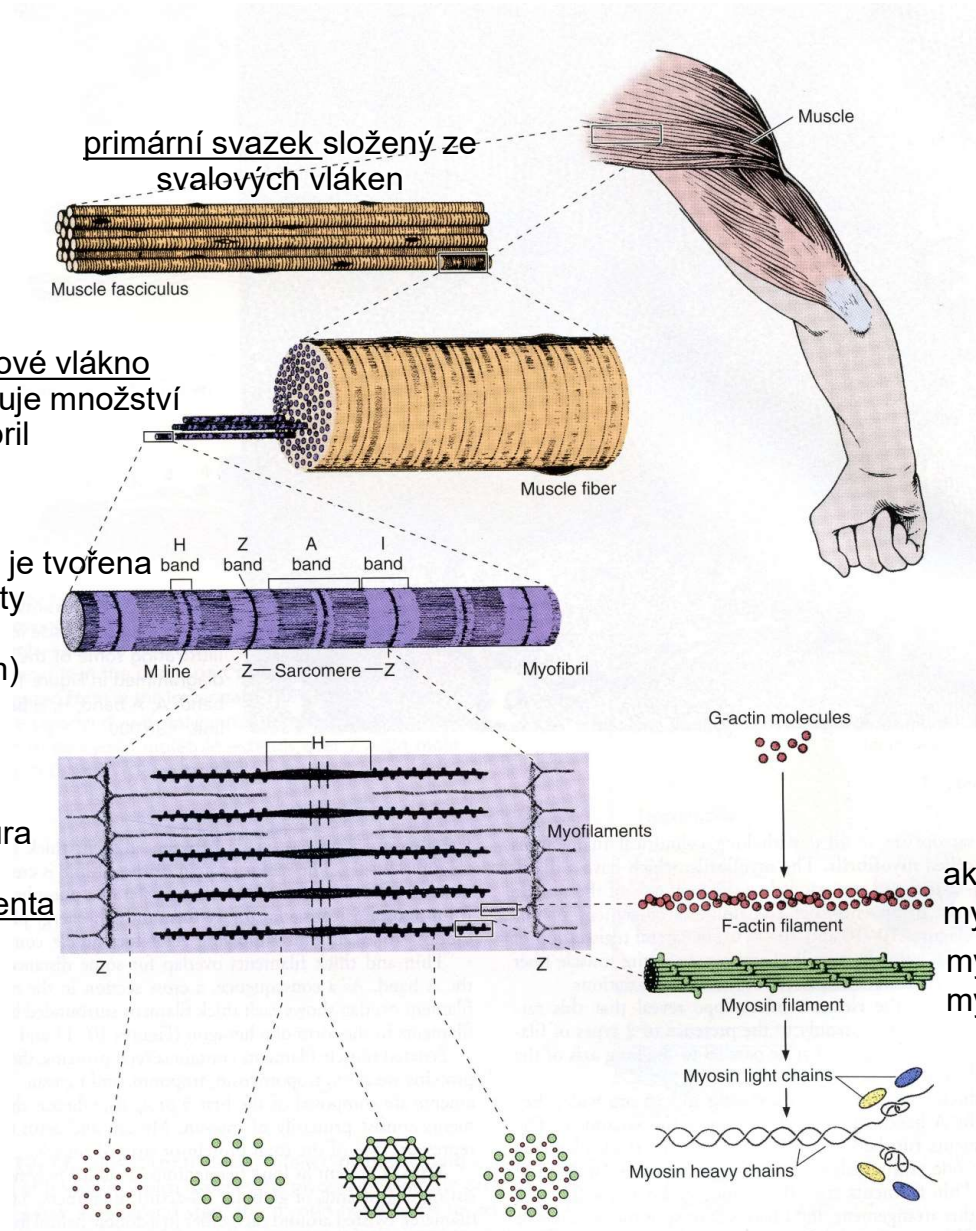


KOSTERNÍ SVALOVINA: Struktura svalového vlákna

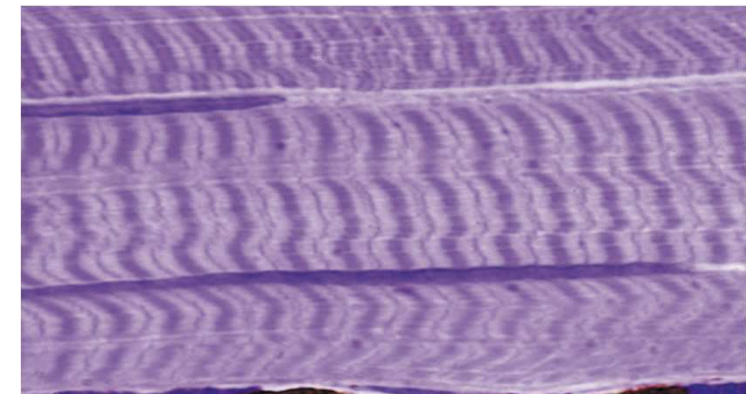
SM: 1 svalové vlákno
obsahuje množství
myofibril

1 myofibrila je tvořena
myofilamenty
(aktinem
a myosinem)

EM: ultrastruktura
myofibrily
- myofilamenta



SARKOMERA = nejmenší kontraktilní jednotka;
ohraničená dvěma Z-liniemi (asi 2,5 μm dlouhá
v relaxovaném svalu)



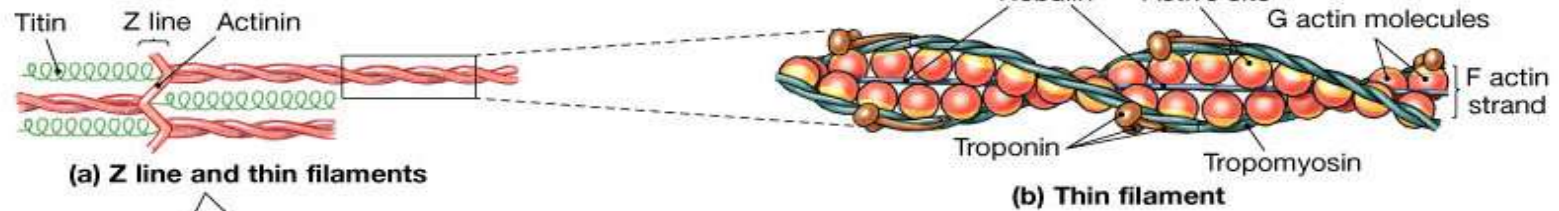
KOSTERNÍ SVALOVINA: Struktura myofilament

MYOFILAMENTA = základní elementy kontrakce ve všech typech svaloviny → sama se ale nekontrahují! (pouze se vzájemně zasouvají)

- struktura v EM:

TENKÉ MYOFILAMENTUM (7 nm silné): F-aktin (polymerizovaný G-aktin), tropomyosin, troponin

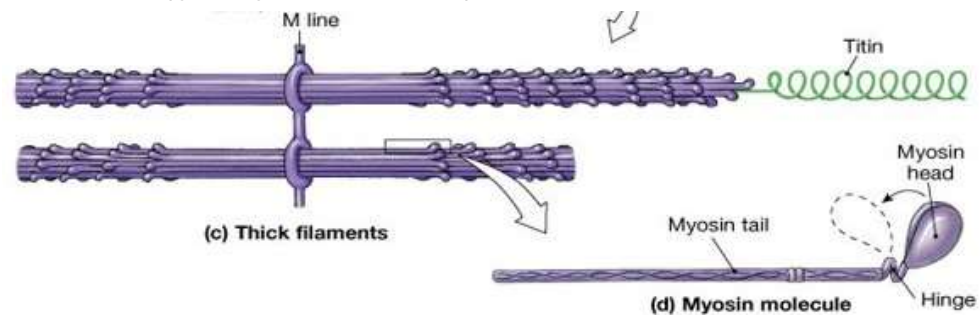
- tvoří světlý I-úsek myofibrily, složený ze 2 filament 2 sousedních sarkomér
- konec+ je zakotven (α -aktininem) v tmavém Z-proužku, konec- je zasunutý mezi myosinová myofilamenta A-úseku



SILNÉ/ TLUSTÉ MYOFILAMENTUM (15 nm silné): myosin (1 myofilamentum tvořeno 300-400 molekulami myosinu)

!! 2x tlustší než tenké filamentum !!

- vytváří světlý H-proužek s tmavším M-proužkem uprostřed a spolu se zasunutou částí aktinu tmavý A-úsek myofibrily
(hlavní komponentou H-proužku je enzym kreatin kináza, který katalyzuje vznik ATP z ADP)
- každé myofilamentum je složeno ze 2 polovin spojených (myomesinem) v M-proužku = střed myosinového myofilamenta
hlavičky myosinu jsou orientovány od středu k zevnímu okraji filamenta (tj. vzájemně opačně)
tím je zajištěno, že během kontrakce se aktinová myofilamenta zasouvají proti sobě do A-úseku
- také myosin je zakotven v Z-proužku (pomocí titinu)



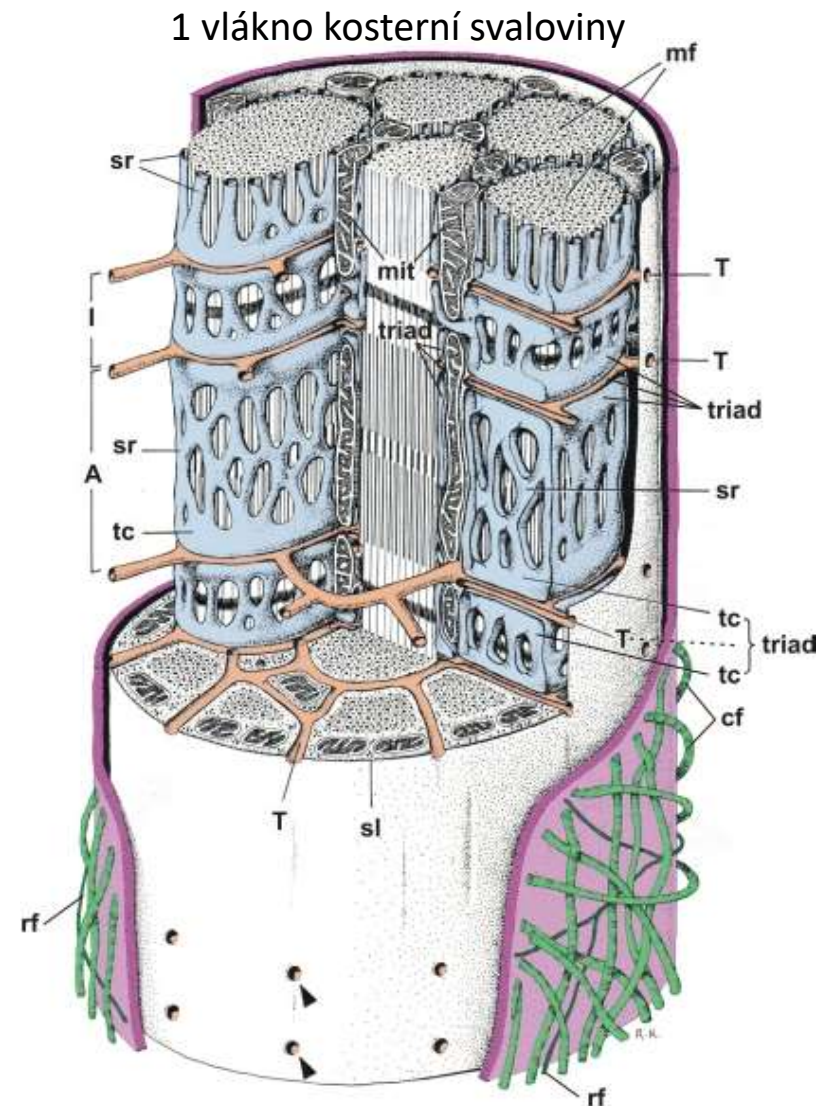
KOSTERNÍ SVALOVINA:

Sarkoplazmatické retikulum

- ♦ obaluje každou jednotlivou myofibrilu !!
- ♦ 2 části - podélně orientované = L-cisterny
- příčně uložené = terminální cisterny
- ♦ mezi dvě sousední terminální cisterny se vchlipuje z povrchu vlákna sarkolema a vytváří T-tubulus
- ♦ 2 terminální cisterny + T-tubulus (uprostřed) = TRIÁDA
- ♦ T-tubuly spolu příčně anastomózují;
tím se zkracuje čas šíření nervového vzruchu/depolarizace z povrchu svalového vlákna k jeho vnitřním myofibrilám
= rychlejší kontrakce vlákna, a tím i celého svalu
- ♦ „lumen“ T-tubulu je spojeno s endomysiem, tj. s intersticiálním („extracelulárním“) prostředím

FUNKCE SR: má důležitou úlohu při svalové kontrakci $\Rightarrow$ reguluje tok Ca^{2+} iontů (na základě nervových impulzů z motorické ploténky), a tím umožňuje kontrakci nebo relaxaci svalového vlákna

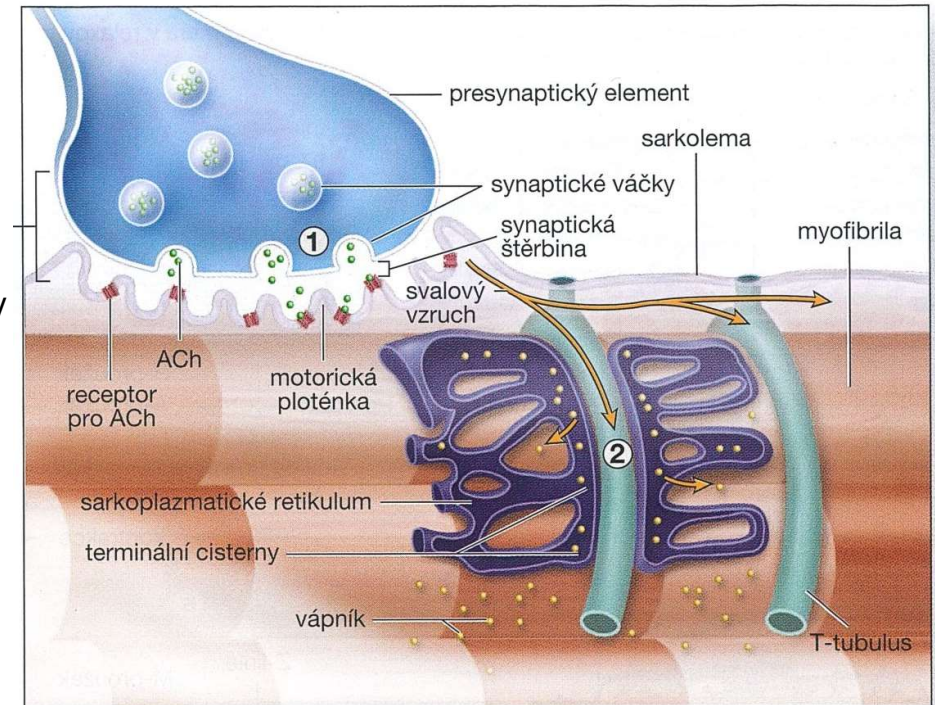
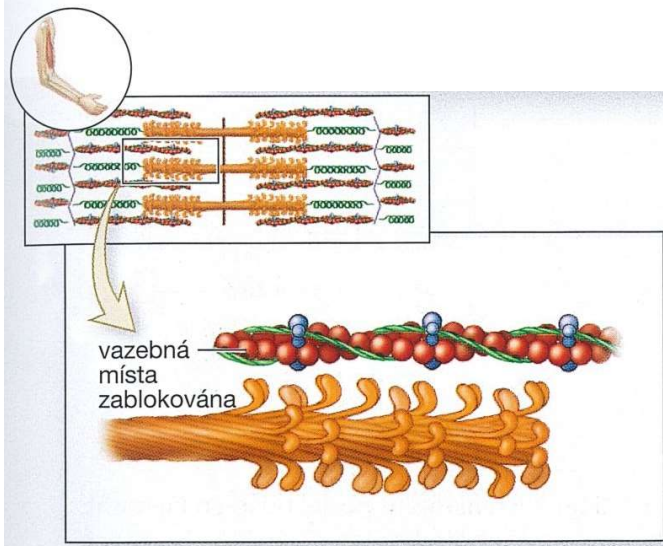
- ♦ během relaxace jsou Ca^{2+} ionty akumulovány uvnitř cisteren SR
- ♦ na začátku kontrakce, vlivem nervových impulzů (mediátor acetylcholin) se sarkolema, a tedy i T-tubuly, depolarizují;
následně se depolarizuje i membrána SR, což vede k uvolnění Ca^{2+} iontů z jeho cisteren do sarkoplasmy mezi myofibrily = možnost pokračování kontrakce
- ♦ proces kontrakce je ukončen, jestliže je dodána nová molekula ATP (energie) $\Rightarrow$ aktivní přesun Ca^{2+} iontů dovnitř cisteren SR = relaxace vlákna



plazmatická membrána – bíle; bazální lamina – růžově;
kolagenní vlákna (cf) – zeleně; retikulární vlákna (rf) – černě

KOSTERNÍ SVALOVINA: Motorická ploténka a mechanismus kontrakce

- svalová kontrakce začíná uvolněním acetylcholinu (ACh) ze synaptických vezikul presynaptické části motorické ploténky
- ACh zvýší v postsynaptické části permeabilitu (propustnost) sarkolemy pro Na^+ ionty (tím se přenese vzruch) a tento proces - depolarizace membrány - se rychle rozšíří na celou zbývající sarkolemu sval. vlákna, včetně jejich vchlípenin - T-tubulů
- depolarizace T-tubulů následně zvýší propustnost membrány sarkoplasmatického retikula pro Ca^{2+} , a tím jejich uvolnění ze SR do sarkoplasmy - volné Ca^{2+} v sarkoplasmě pak iniciují „klouzavý“ mechanismus zasouvání myofilament mezi sebe, což vede ke kontrakci myofibril a tím i ke stahu svalu
- jeden axon inervuje 1 (např. u svalů oka) až více než 150 svalových vláken = motorická jednotka (zahrnuje různý počet sval. vláken).
- každé svalové vlákno se kontrahuje systémem „vše nebo nic“
 - intenzita (síla) svalového stahu je dána různou velikostí motorické jednotky (tj. počtem svalových vláken)

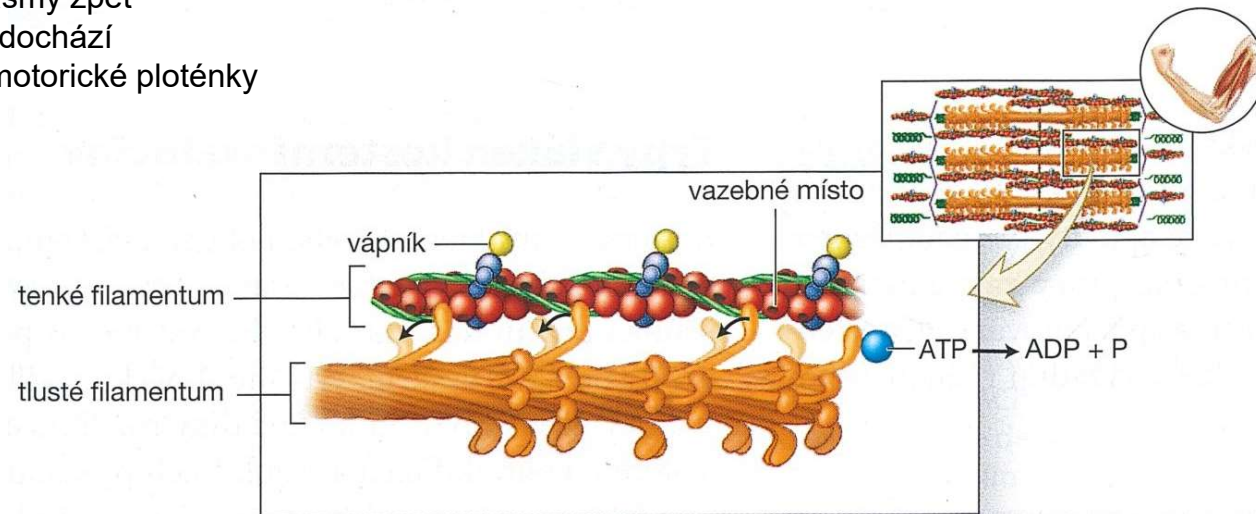
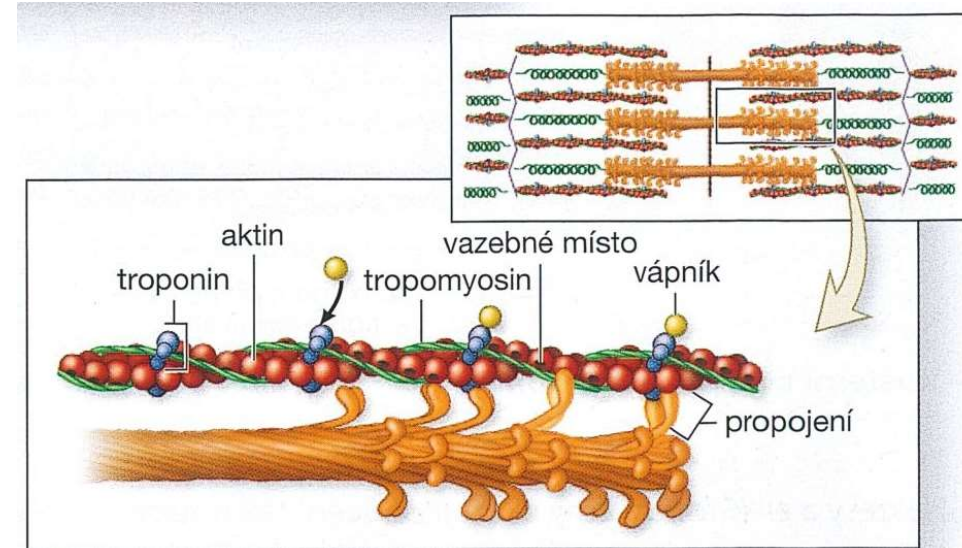


- v „klidovém“ stavu je ATP, vázaný na ATPázovém místě hlaviček myosinu, hydrolyzován jen velmi pomalu
- k rychlé hydrolyze, tedy uvolnění energie, potřebuje myosin kofaktor, kterým je aktin
- v klidovém stavu je vazebné místo pro myosin na aktinu překryto troponin-tropomyosinovým komplexem

KOSTERNÍ SVALOVINA: Mechanismus kontrakce

- po navázání volných Ca^{2+} iontů (uvolněných ze SR do sarkoplasmy) na troponin (na *TnC podjednotku*) se změni jeho prostorové uspořádání a molekula tropomyosinu „zatlačena“ hlouběji do šroubovice aktinu, a tím se odhalí vazebné místo pro myosin
- při spojení myosinové hlavičky s aktinem se zároveň ATP štěpí na ADP + P
- uvolní se tak energie nezbytná pro deformaci (ohnutí) hlavičky a přilehlé části vlákna myosinu
⇒ tím je tenké filamentum vtaženo hlouběji mezi myosinová filamenta
= kontrakce
- ke zrušení vazby aktinu a myosinu (odstranění P a ADP) je nutné navázání další molekuly ATP na myosin, což obnoví původní polohu hlavičky myosinu (není-li další ATP, stává se vazba trvalou ⇒ *extrémní svalová ztuhlost*, např. *posmrtná* = *rigor mortis*)
- celý děj (1 kontrakce) je ukončen přesunem Ca^{2+} ze sarkoplasmy zpět do cisteren SR (= aktivní děj - nutno dodat ATP !), k čemuž dochází s ukončením šíření nervových vzruchů/ depolarizační vlny z motorické ploténky

Ačkoliv má 1 myosinové filamentum obrovský počet hlaviček, v daném okamžiku při kontrakci je jich ve spojení s aktinem jen malý počet, ale posunutím aktinu se odkrývají další vazebná místa na jeho povrchu a vytváření aktino-myosinových můstků pokračuje.
Jediný svalový stah je tak výsledkem stovek vytváření a rušení aktino-myosinových spojení!

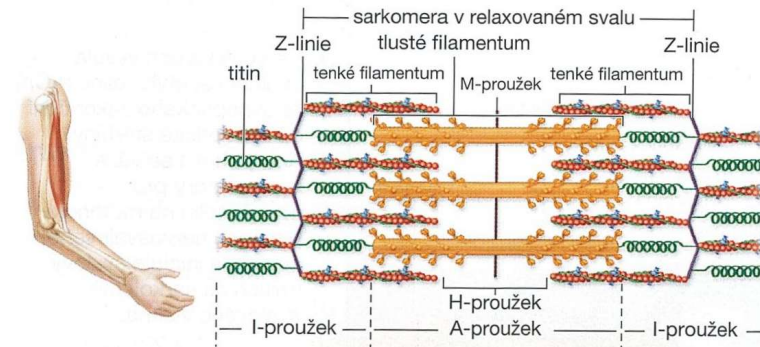
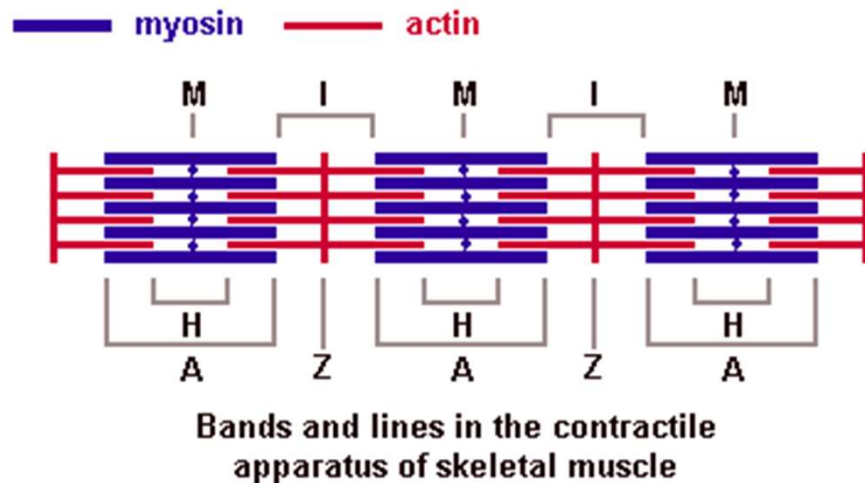


KOSTERNÍ SVALOVINA: Mechanismus kontrakce

Huxleyova TEORIE „KLOUZÁNÍ“ FILAMENT

Nature. 1954 May 22;173(4412):971-3. Structural changes in muscle during contraction; interference microscopy of living muscle fibres. [HUXLEY Andrew F](#), [NIEDERGERKE Rolf](#)

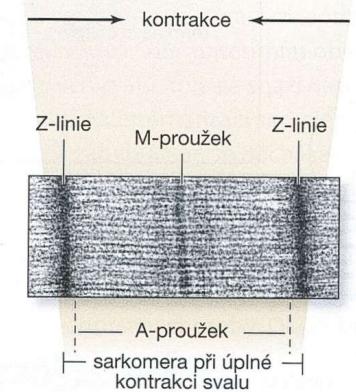
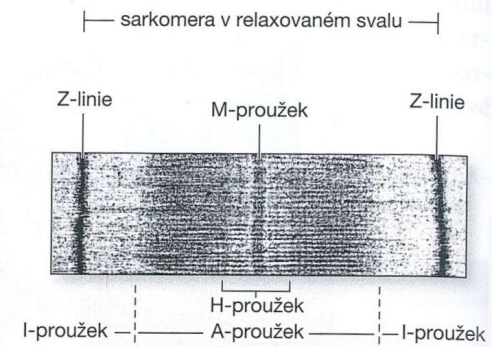
Nature. 1954 May 22;173(4412):973-6. Changes in the cross-striations of muscle during contraction and stretch and their structural interpretation. [HUXLEY Hugh](#), [HANSON Jean](#)



a – relaxovaný kosterní sval



b – kosterní sval při úplné kontrakci



SRDEČNÍ SVALOVINA

Morfologická jednotka: srdeční svalová buňka = **kardiomyocyt**

(asi 15 μm průměr, 100 μm délka)

- kardiomyocyty jsou za sebou (v podélné ose) pospojovány interkalárními disky a mezi sebou svými výběžky v prostorovou síť
 - interkalární disky + síťovitá struktura (větvení bb.)
- = specifické morfologické znaky pouze pro myokard!

Kontrakce: rychlá, silná, nepřetržitá, neovladatelná vůlí

- rytmické stahy síní a komor, nepřetržitě po celý život (3D síť toto usnadňuje)
- mechanismus kontrakce – v principu shodný s mechanismem kontrakce kosterní svaloviny

Vaskularizace: největší hustota v těle

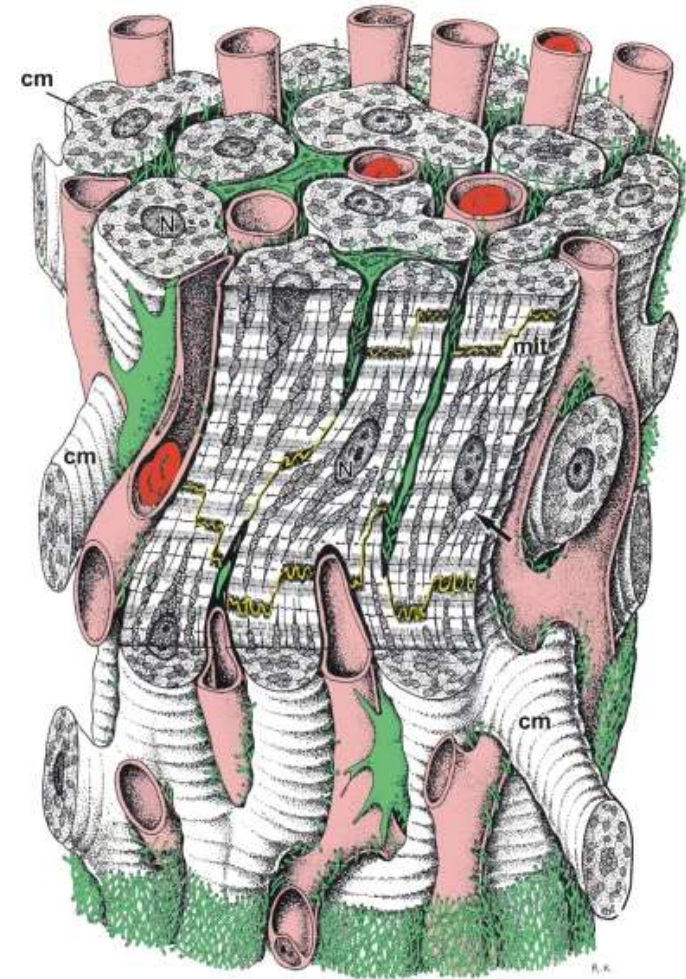
- 1 kapilára na 1 sloupec kardiomyocytů (svalové vlákno) !!!

Inervace: autonomní (vegetativní)

- = parasympatiková (*zpomalení srdeční akce*) a sympatiková (*zrychlení akce*)

Regenerace:

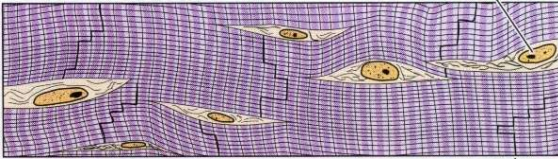
- kardiomyocyty srdce dospělého člověka si zachovávají schopnost dělení
- dvoujaderné kardiomyocyty (26 % kardiomyocytů levé komory)
- kmenové buňky myokardu lze izolovat a in vitro kultivovat
 - in vitro se diferencují v kardiomyocyty, bb. hladké svaloviny a endotelové bb.



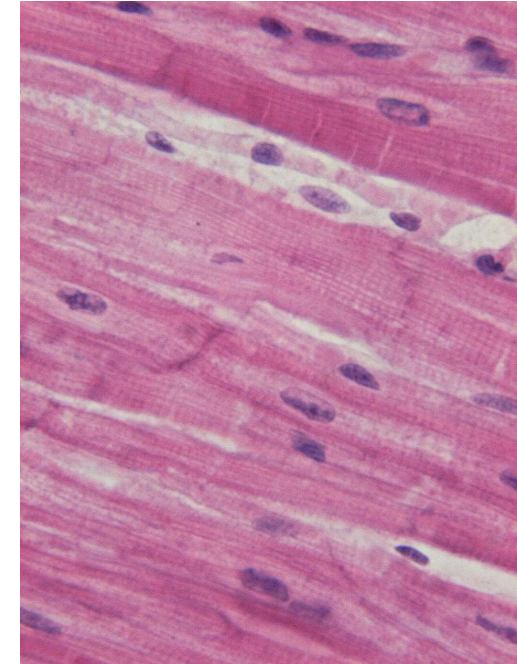
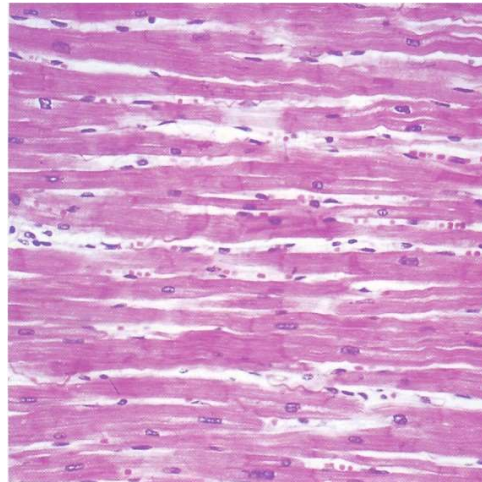
SRDEČNÍ SVALOVINA ve světelném mikroskopu

Podélný řez

- ♦ kardiomyocyty cylindrického tvaru
- ♦ spojují se svými cytoplasmatickými výběžky v prostorovou síť protaženou podélně
- ♦ buňka má 1 (někdy 2) oválné, centrálně uložené jádro, na pólech se světlejší endoplazmou (sarkoplasma bez myofibril)
- ♦ podélně orientované, příčně pruhované myofibrily
- ♦ interkalární disky

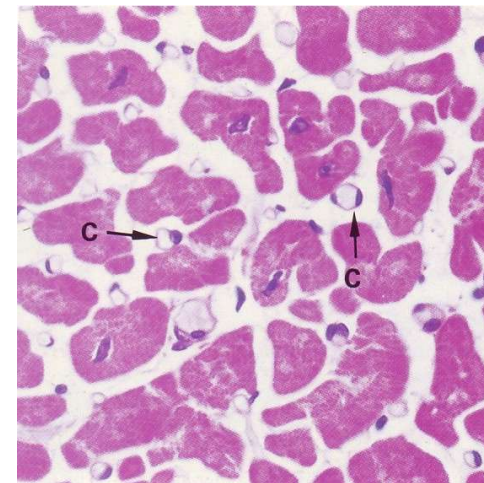
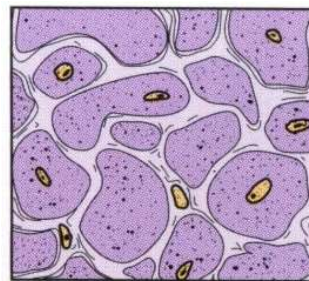


cylindrické buňky: střední velikost,
jádro centrálně v buňce



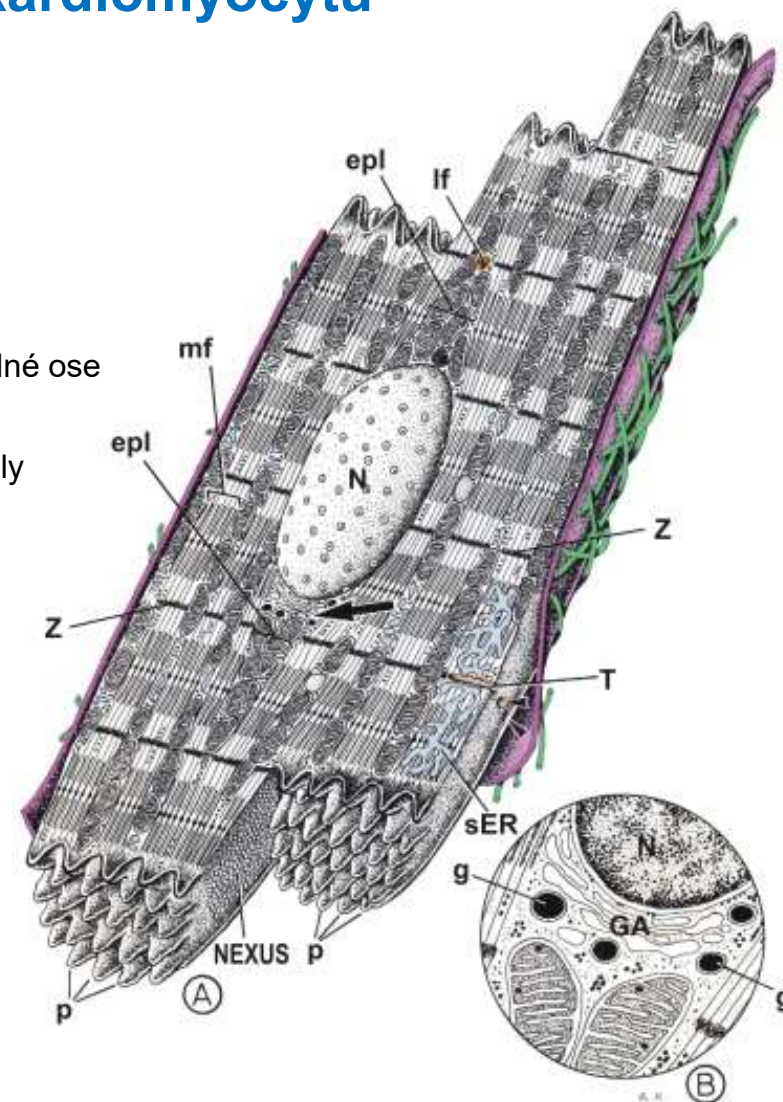
Příčný řez

- ♦ širší nepravidelné útvary = kardiomyocyty
+ menší nepravidelné útvary
= cytoplasmatické výběžky
- ♦ jen v některých širších průřezích
(většinou) centrálně uložené jádro



SRDEČNÍ SVALOVINA: Stavba kardiomyocytu

- větvící se cylindrické bb. s postranními cytoplasmatickými výběžky, kterými se spojují sousední sloupce bb. v příčném směru = 3-D svalová síť
⇒ optimální uspořádání pro šíření kontrakční vlny
- buňka je pokryta BL (růžově) + malým počtem retikulárních (černě) a kolagenních fibril (zeleně) = BM
- oválné, centrálně uložené jádro (N); mohou být i 2 jádra, lokalizovaná za sebou v podélné ose
- od obou pólů jádra k povrchu b. jsou v sarkoplasmě nahromaděny buněč. organely (s výjimkou mitochondrií), glykogen, lipofuscin, ale chybí zde příčně pruhované myofibrily = světlá endoplasma (epl)
- příčně pruhované myofibrily (mf) oddělené velkým počtem protáhlých, ve sloupcích uspořádaných mitochondrií (asi 20x více než v koster. svalu) jsou obklopeny sarkoplazmatickým retikulem (sER); aktinová myofilamenta terminálních sarkomér jsou zakotvena v sarkolemě oblasti interkalárních disků



SRDEČNÍ SVALOVINA: Stavba kardiomyocytu

INTERKALÁRNÍ DISKY - EM

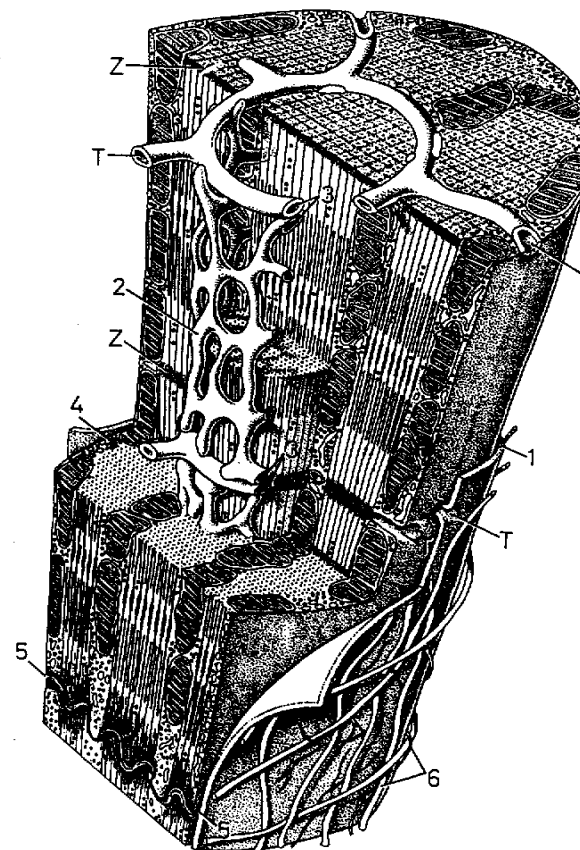
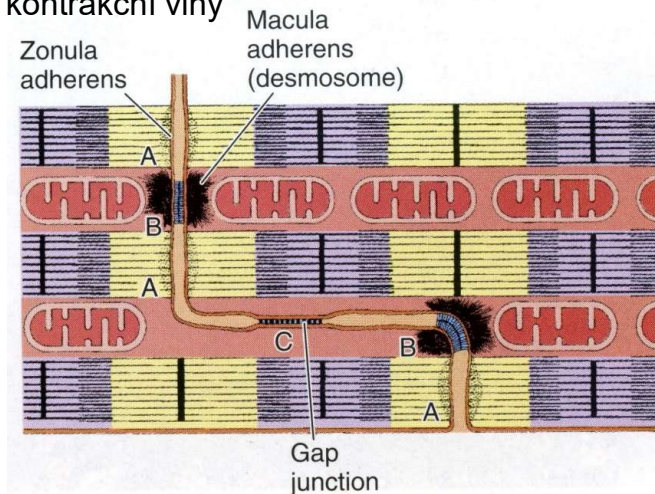
- spojovací komplex k zesílení mezibuněčného spojení v podélné ose buněk = příčná část (A+B)
- podíl na koordinaci kontrakce mnoha buněk najednou (= kontrakční vlna) = laterální část (C)

příčná část

- Fasciae adherentes – slouží k ukotvení aktinových myofilament posledních (terminálních) sarkomér k sarkolemě buněk
- Desmosomy (maculae adherentes) – drží bb. pohromadě, aby nedošlo k jejich oddělení během kontrakce

laterální část

- Gap junctions (nexy) – místo iontového propojení (kanál) – umožňují šíření depolarizace (signálu) z buňky na buňku v podobě kontrakční vlny



Sarkoplasmatické retikulum

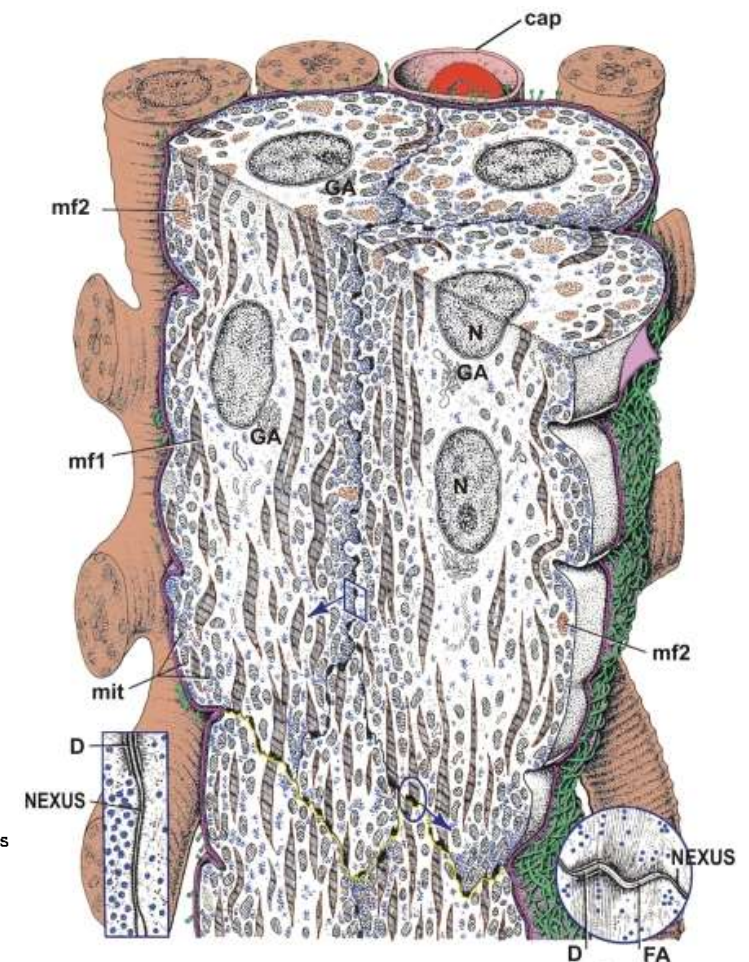
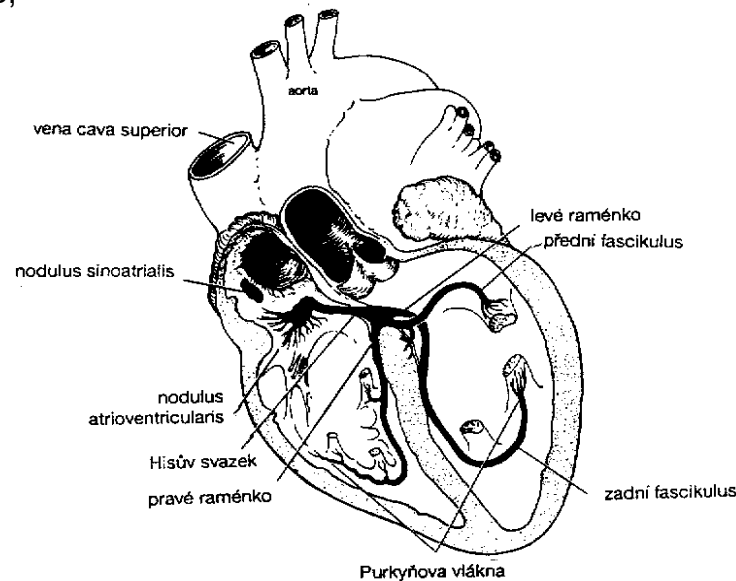
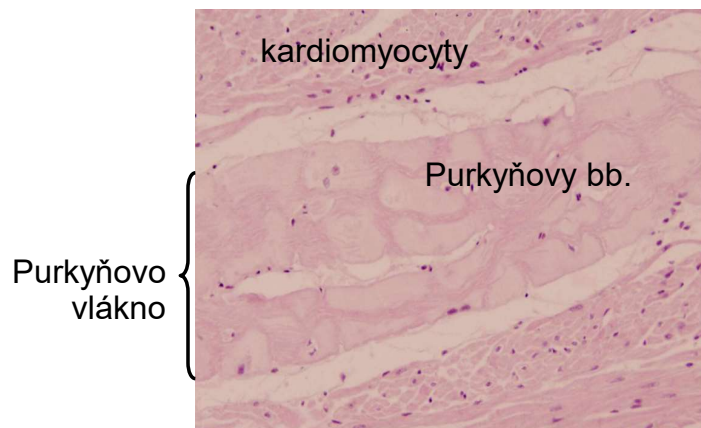
- v 1 kardiomyocytu kolem 1 myofibrily

- odlišné znaky od SR v kosterní svalovině:

- méně vyvinuté
- jak terminální cisterny, tak L-cisterny
- T-tubuly - početnější a širší
spojují se pouze s 1 terminální cisternou = DIÁDA

SRDEČNÍ SVALOVINA: Převodní systém srdeční – Purkyňovy buňky

- Purkyňovy buňky (PB) se během vývoje diferencují z kardiomyocytů, tj. z „pracovní“ svaloviny na vodivou; zodpovídají za regulaci a rozvod rytmických srdečních stahů po komorách
- vytvářejí řetězce = Purkyňova vlákna, lokalizovaná pod endokardem; od „pracovního“ myokardu jsou oddělena vazivovým obalem
- PB jsou velké, většinou dvoujaderné – s tmavšími jádry uprostřed těla bb.
- na povrchu PV je BM
- PB obsahují málo myofibril (mf) - v centru probíhají podélně (většina), při povrchu spirálně
⇒ to umožňuje jejich výraznou kontrakci a přenos podráždění na pracovní svalovinu
v sarkoplasmě je jen málo mitochondrií (mit) a hojná zrna glykogenu
⇒ energie je získávána především anaerobní glykolýzou = světlá sarkoplasma
- SR je jen málo vyvinuté, T-tubuly chybí zcela
- PB jsou do sebe nepravidelně zaklesnuté; mezibuněčná spojení připomínají interkalární disky
- desmosomy se nacházejí i laterálně; nexů je málo



HLADKÁ SVALOVINA

Morfologická jednotka: hladká svalová buňka – myocyt

- vřetenitý tvar – nejmenší ze svalových elementů (šířka cca $10\ \mu\text{m}$, délka cca $50\ \mu\text{m}$)
- 1 protáhlé jádro uprostřed buňky

ENDOMYSIUM = funkce vmezeřeného vaziva:

- (1) výživa (přítomnost cév),
- (2) inervace (nervy, nervová zakončení)
- (3) šíření kontrakční vlny na všechny svalové bb. v dané oblasti (za pomoci nexů)

Kontrakce: pomalá, někdy i mohutná, neovládaná vůlí (autonomní inervace)

INERVACE: autonomní (sympatiková, parasympatiková)

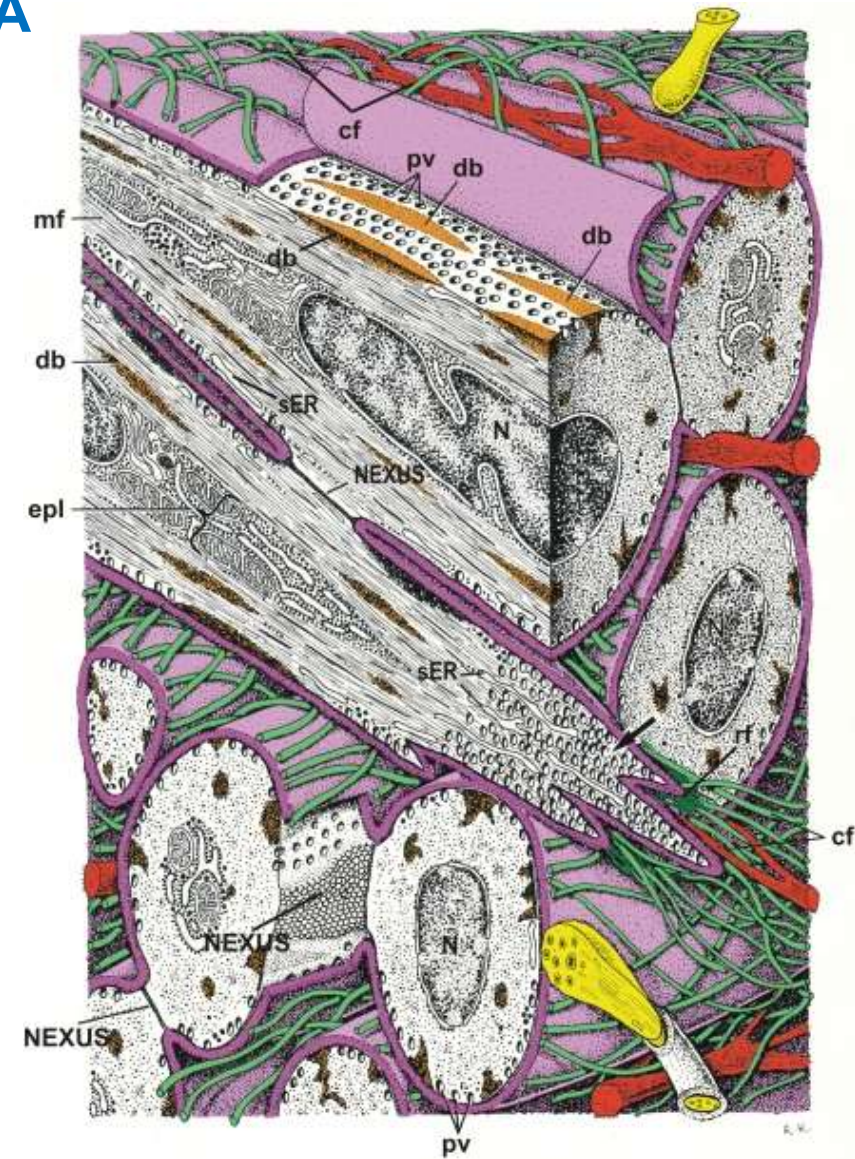
- axony se zakončují (rozšířenými konci) ve vazivu endomysia (= terminální plexus)
- myocyty mohou přijímat podráždění celým povrchem - také vykazují spontánní kontrakční aktivitu (bez přítomnosti nervových stimulů)
- přenos podráždění přes nexy umožňuje myocytům se kontrahovat synchronně

PODPŮRNÁ FUNKCE: buňky hladké svaloviny jsou schopné produkovat komponenty extracelulární matrix

- kolagen, elastin a proteoglykany - stejně jako fibroblasty

REGENERACE

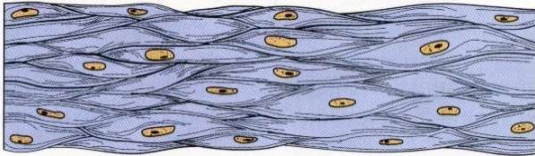
- hladké svalové buňky jsou schopné dělit se a udržovat nebo zvyšovat svůj počet v tkáni
- po poranění se mitoticky dělí a nahradí poškozenou tkáň



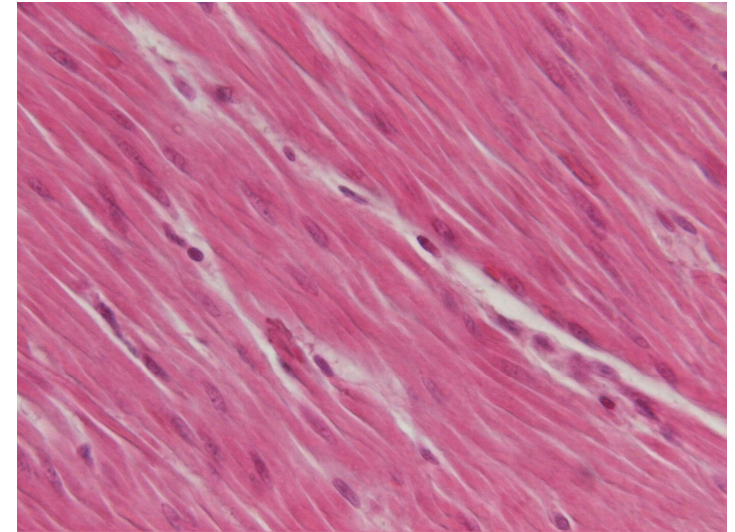
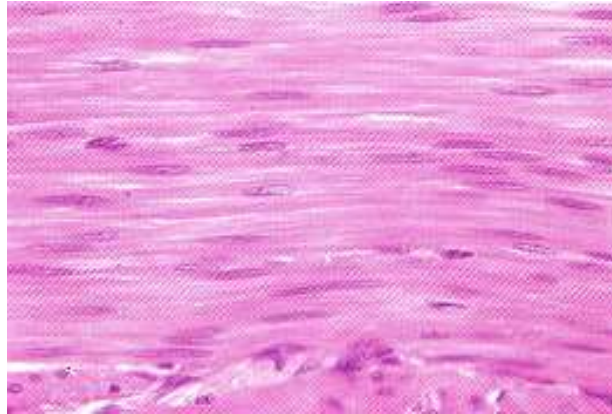
HLADKÁ SVALOVINA ve světelném mikroskopu

Podélný řez

- ♦ vřetenité (protáhlé) malé buňky
- ♦ 1 centrálně uložené, protáhlé jádro
- ♦ myofilamenta netvoří myofibrily !!!

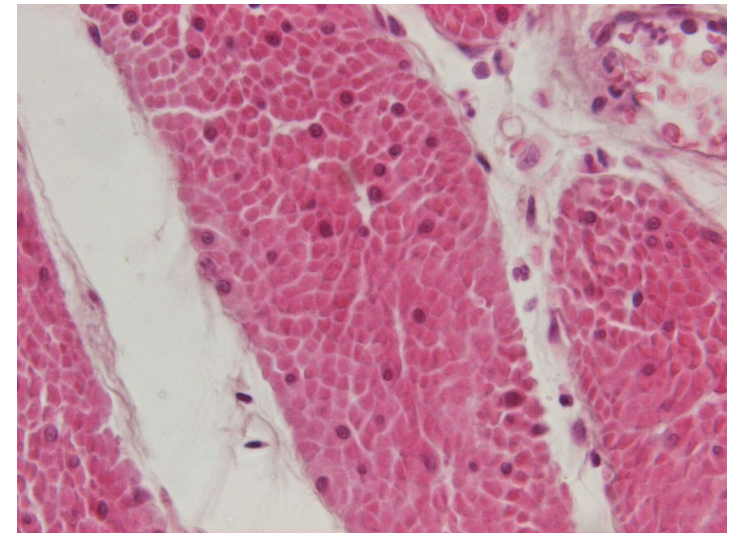
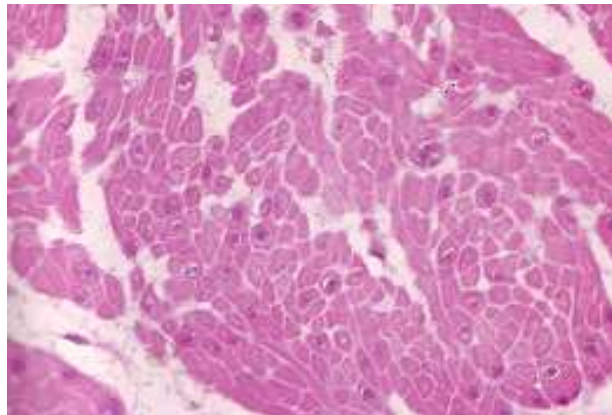
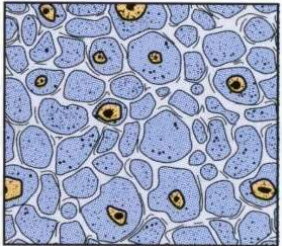


vřetenité buňky: zřetelně nejmenší, na preparátu skupinky jader nepravidelně rozptýlené, výrazná buněčnost



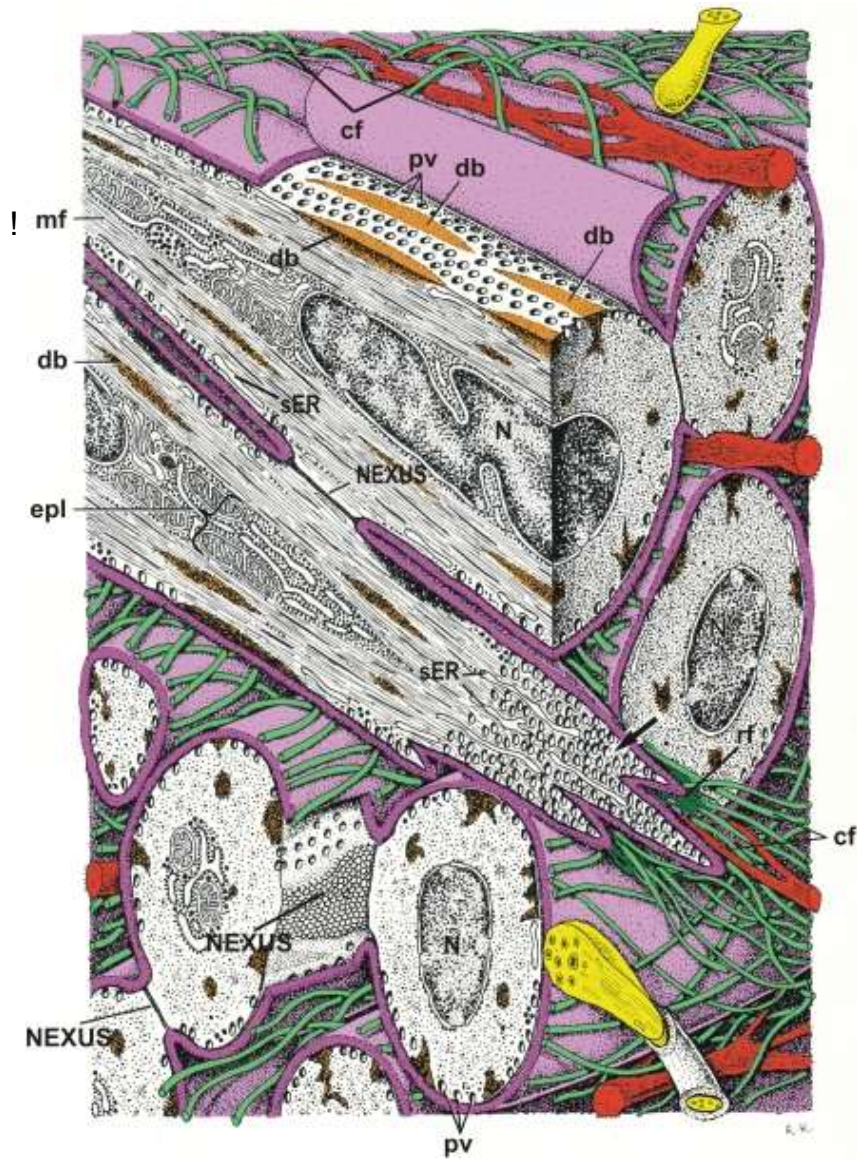
Příčný řez

- ♦ velká variabilita šířky průřezů buňkami
- ♦ jen nejširší průřezy obsahují jádro (uprostřed)



HLADKÁ SVALOVINA: Struktura myocytu

- 1 protáhlé jádro uprostřed buňky
 - v cytoplazmě obsahuje myofilamenta (aktin, myosin; mf), která ale nevytvářejí myofibrily !
+ intermediární filamenta - desmin spojují denzní tělíska (db):
 - Tenká myofilamenta - aktinová: buňkou probíhají podélně, složená z aktinu, tropomyosinu a kalmodulinu (*místo troponinu*), většinou jsou zakotvena v denzních tělískách (db)
 - Silná myofilamenta - myosinová: (*typu II - částečně jiná struktura*)
 - je ho poměrně málo, probíhá podélně mezi aktinovými myofilamenty
 - překrývání aktinu a myosinu je rozsáhlejší než u příčně pruhované svaloviny a díky odlišné struktuře myosinu je možná mohutnější kontrakce buněk
 - Intermediární filamenta - desminová: (*tloušťka 10 nm, v hladké svalovině stěny cév je vimentin*)
 - spojují denzní tělíska mezi sebou; v buňce probíhají šikmo, zajišťují *rozšíření kontrakční vlny* na celou buňku (obdobu T-tubulů v žíhané svalovině)
- Denzní tělíska(db): jsou obdobou Z-proužku - 2 typy (oba typy obsahují α -aktinin):
- membránová (spojená se sarkolemou)
 - cytoplasmatická (sarkoplasmatická)
 - upínají se do nich především aktinová myofilamenta
 - jsou propojena intermediárními filamenty = desminem (sít' v celé buňce)



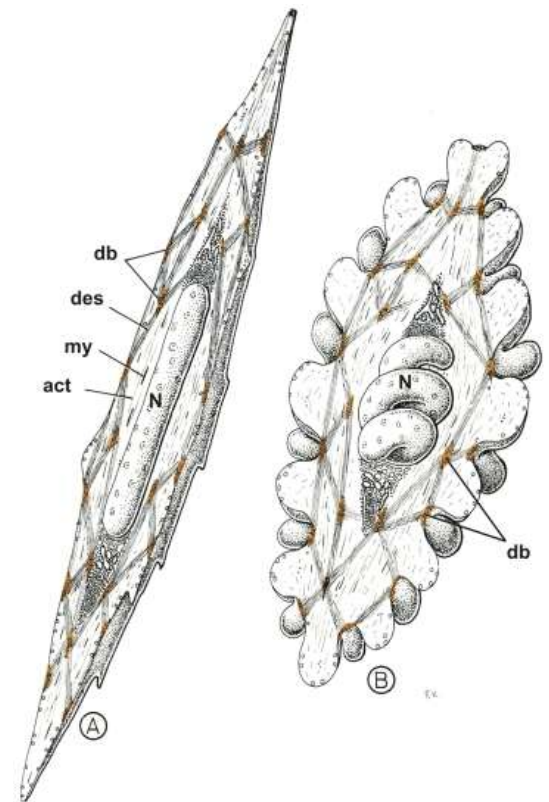
HLADKÁ SVALOVINA: Struktura myocytu a mechanismus kontrakce

- v endoplasmě (epl), na pólech jádra jsou organely (mitochondrie, GA, GER, volné ribosomy) a lipofuscin
- pod sarkolemou, zejména na koncích buněk, jsou pinocytární váčky (pv) = obdoba T-systému - podílejí se na regulaci koncentrace Ca^{2+} iontů, které jsou i zde nezbytné pro kontrakci buněk, v sarkoplasmě
- sarkoplazmatické retikulum (sER) je rudimentární
nachází se zejména na koncích buňky (v návaznosti na přítomnost pinocytárních váčků)
- T-tubuly zcela chybí (*viz pinocytární váčky*)
- na povrchu bb. je BL (růžově) + síť retikulárních a kolagenních fibril (cf) = BM
(BL chybí v nexech = urychlují šíření depolarizace sarkolemy, a tím kontrakci bb.)

Mechanismus kontrakce

- kontrakce je i zde zahájena uvolněním ionty Ca^{2+} do sarkoplasmy (z *extracelul. prostředí přes pinocit. váčky a z cisteren SR*), zde se však navážou na kalmodulin (místo troponinu)
- následné štěpení ATP (= uvolnění energie) probíhá relativně pomalu, proto i kontrakce hladké svaloviny je podstatně pomalejší, avšak méně „unavitelná“ (vzhledem k menší spotřebě energie)
- „klouzáním“ aktinových myofilament mezi myosinová dojde k přiblížení denzních tělísek
⇒ b. se zkrátí, rozšíří se, je „cípatá“ (deformovaná), jádro spirálovitě stočené
- hladká svalovina, v porovnání s kosterní, je schopna se velmi výrazně kontrahovat při velmi malé spotřebě ATP

Hladká svalovina vykazuje spontánní kontrakční aktivitu např. i na hormonální podněty (zde význam AMP), takže nervové impulsy ji někdy spíše jen ovlivňují (regulují), než vyvolávají.



OSTATNÍ KONTRAKTILNÍ ELEMENTY

= myoepitelové bb., myofibroblasty a pericyty $\Leftarrow$ obsahují kontraktilní proteiny (aktin s kalmodulem, myosin, příp. desmin), jsou tedy podobné bb. hladké svaloviny

MYOEPIELOVÉ BUŇKY

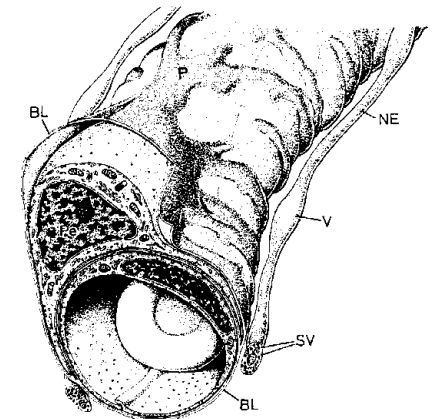
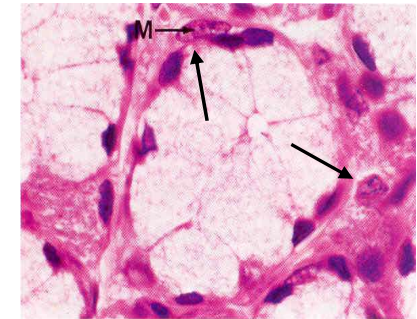
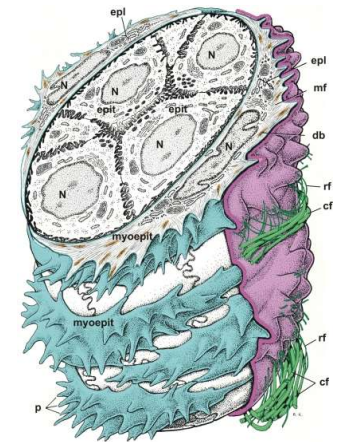
- 1 oválné jádro v centru b., běžná výbava organel, v cytoplasmě filamenta - aktin, myosin, desmin
- nacházejí se ve většině exokrinních žláz: slinné žlázy - kolem sekreč. jednotek (acinů a tubulů - košíčkové bb. - M) a kolem začátku vsunutých vývodů;
 - nejsou v pankreatu !
 - kožní žlázy: kolem sekrečních odd. ekrinních a apokrinních žláz (nejsou ve žl. mazové - m. arrector pili!)
 - v mléčné žl. jsou velmi početné, typicky i kolem vývodů ! (košíčkové bb.)
- v oku: sval duhovky - m. dilatator pupillae
- lokalizace: mezi bází žlázových bb. a jejich BL $\Rightarrow$ tj. oba typy epitel. bb. mají společnou BL
- funkce: svými kontrakcemi napomáhají výdeji sekretu
- inervace: v kůži sympatická, ve slin. žlázách parasympatická

MYOFIBROBLASTY

- vazivové bb. (tj. mezenchymového původu), vřetenité bb., secernují kolagen - podobné fibroblastům
- obsahují aktin, myosin, desmin; nemají BL (vazivové bb.!)
- jsou jen v určitých lokalitách - pouze v řídkém kolagenním vazivu (např. alveolární septa plic, kolem střevních krypt)
- funkce: představují inaktivní populaci bb. vaziv. tkáně $\Rightarrow$ mohou se účastnit procesu hojení = formování vazivové jizvy – při poškození tkáně se aktivují $\Rightarrow$ proliferyují a produkují kolagen
- za určitých patologických podmínek (v souvislosti s poruchou imunitního systému $\rightarrow$ autoimunní onemocnění) se začnou nadměrně množit a produkují velké množství kolagenu $\Rightarrow$ fibróza (z vazivovatění) daného orgánu (např. fibróza plic, cirhóza jater, cévní atherom)

PERICYTY

- kontraktilní vřetenité bb. kolem kapilár a venul
- obsahují pouze aktinová a myosinová myofilamenta; mají BL
- při poškození cévní stěny proliferyují a v procesu hojení funkčně zastupují nediferencované mezenchymové bb., tj. diferencují se jak v myoblasty, tak ve fibroblasty (*viz přednáška KVS*)



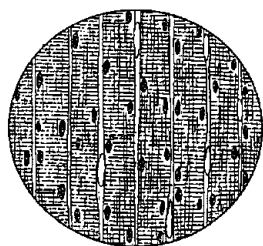
!! SVALOVÁ TKÁŇ - diferenciální diagnostika v SM

1. KOSTERNÍ SVALOVINA

= svalové vlákno !!! (*syncytium*)

Podélný řez

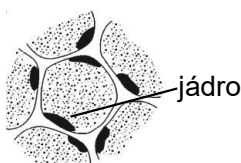
- ♦ široká ($100\mu\text{m}$), extrémně protažená svalová vlákna, uspořádaná rovnoběžně
- ♦ velký počet tmavších oploštělých jader, uložených těsně pod sarkolemou
- ♦ podélně orientované příčně žíhané myofibrily vyplňují celou sarkoplasmu



svalová vlákna: výrazně největší, cylindrické útvary, uniformní velikost, jádra pouze na periferii vláken

Příčný řez

- ♦ široká kruhová vlákna stejného průměru
- ♦ roztroušená oploštělá jádra po obvodu vláken (těsně pod sarkolemou)



Kontrakce: rychlá, silná, přetržitá, ovládaná vůlí (somatická inervace)

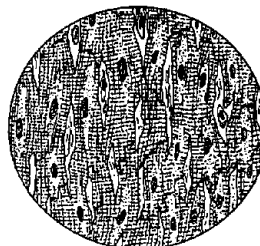
2. MYOKARD

= buňky = kardiomyocyty

Podélný řez

- ♦ kardiomyocyty cylindrického tvaru
- ♦ spojují se svými cytoplasmatickými výběžky v prostorovou síť protaženou podélně
- ♦ buňka má 1 (někdy 2) oválné, centrálně uložené jádro, na pólech se světlejší endoplazmou (sarkoplasma bez myofibril)
- ♦ podélně orientované, příčně žíhané myofibrily
- ♦ interkalární disky

cylindrické buňky: střední velikost, jádro centrálně v buňce



Příčný řez

- ♦ širší nepravidelné útvary = kardiomyocyty + menší nepravidelné útvary = cytoplasmatické výběžky
- ♦ jen v některých širších průřezích (většinou) centrálně uložené jádro



Kontrakce: rychlá, silná, nepřetržitá, neovladatelná vůlí

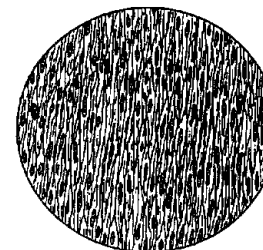
3. HLADKÁ SVALOVINA

= buňky = myocyty

Podélný řez

- ♦ vřetenité (protáhlé) malé buňky
- ♦ 1 centrálně uložené, protáhlé jádro
- ♦ myofilamenta netvoří myofibrily !!!

vřetenité buňky: zřetelně nejmenší, na preparátu skupinky jader nepravidelně rozptýlené



Příčný řez

- ♦ velká variabilita šířky průřezů buňkami
- ♦ jen nejširší průřezy obsahují jádro (uprostřed)



Kontrakce: pomalá, někdy i mohutná, neovládaná vůlí (autonomní inervace)